

METHOD AND DEVICE FOR MANUFACTURING SINGLE CRYSTAL RIBBON

Publication number: JP57071896

Publication date: 1982-05-04

Inventor: TEODOORU EFU SHIZEKU; GUYUNTAA ETSUCHI
SHIYUBUTSUKE

Applicant: US GOVERNMENT

Classification:

- International: C30B15/24; C30B15/34; C30B29/06; C30B29/64; C30B15/20;
C30B15/34; C30B29/00; C30B29/06; (IPC1-7): C30B15/34;
C30B29/00

- European: C30B15/24; C30B15/34

Application number: JP19810130053 19810819

Priority number(s): US19800179919 19800820

Also published as:

US4299648 (A1)
GB2082472 (A)
FR2488916 (A1)
ES8300884 (A)
DE3132621 (A1)
CA1172146 (A1)
IT1139408 (B)

less <<

[View INPADOC patent family](#)

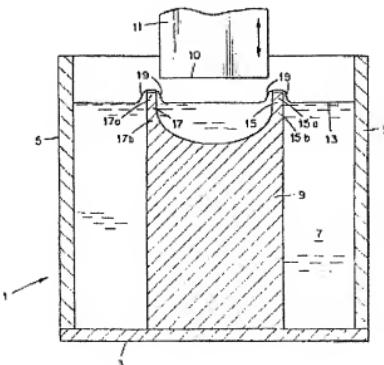
[View list of citing documents](#)

[Report a data error here](#)

Abstract not available for JP57071896

Abstract of corresponding document: [US4299648](#)

A method and apparatus for drawing a monocrystalline ribbon or web from a melt comprising utilizing a shaping die including at least two elements spaced one from the other each having a portion thereof located below the level of the melt and another portion located above the level of the melt a distance sufficient to form a raised meniscus of melt about the corresponding element.



⑫ 公開特許公報 (A)

昭57-71896

⑬ Int. Cl.³
C 30 B 15/34
29/00識別記号
6703-4G
6703-4G⑭ 公開 昭和57年(1982)5月4日
発明の数 2
審査請求 未請求

(全 6 頁)

⑬ 単結晶リボンの製造方法および装置

フイス・ボックス1453ミウオク
・テラス31843

⑫ 特 願 昭56-130053

⑭ 発明者 グンター・エツチ・シュツツ
ケ

⑬ 出 願 昭56(1981)8月19日

アメリカ合衆国ニューヨーク州
12603ボキブシー・スパー・ウ
エイ6

優先権主張 ⑭ 1980年8月20日 ⑬ 米国(US)

⑭ 出願人 アメリカ合衆国

⑭ 179919

⑭ 代理人 弁理士 尾股行雄

⑭ 発明者 テオドール・エフ・シゼク

アメリカ合衆国コロラド州8043

9エバーグリーン・ポスト・オ

明細書

1. 発明の名称

単結晶リボンの製造方法および装置

2. 特許請求の範囲

- 少なくとも1本のシードリボンを用いて融体から少なくとも1本の単結晶材料からなるリボンを成長させる方法であつて、
 - 容器内に収容されておりかつ少なくとも2つの互いに隔離された要素をもつ湿润可能な成形ダイの表面の周囲に前記材料の融体を形成し；
 - 前記各要素の第1の部分は容器内の前記融体のレベルより下方に位置し第2の部分は前記融体レベルの上方でかつ対応する前記要素の回りに少なくとも1組の巻上つた融体メニスカスを形成するに少なくとも十分な高さに位置するよう各要素を融体表面に対して位置せしめ、また、前記シードリボンを前記各要素間に配置できるような間隔を与えるのに十分な距離を置いて各

要素を互いに隔離せしめ、

- 前記成形ダイの各要素の間に少なくとも1本のシードリボンを置き；
- 少なくとも1本の前記シードリボンをその一端に沿つて前記融体表面と接触せしめ；
- 少なくとも1本の前記シードリボンを前記融体材料に対して実質的に垂直な方向に引上げ、これによつて少なくとも1本の単結晶リボンを製造することを特徴とする単結晶リボン製造方法。
- 前記融体材料は半導体材料である特許請求の範囲第1項記載の方法。
- 前記融体材料はケイ素、ゲルマニウム、サファイア、金属間化合物およびガーネットからなる群から選ばれた1つの材料である特許請求の範囲第1項記載の方法。
- 前記融体材料はケイ素である特許請求の範囲第3項記載の方法。
- 前記各要素を約1～5cmの距離を置いて互

いに隔置する特許請求の範囲第1項記載の方法。

6. 少なくとも1本のシードリボンを用いて融体から少なくとも1本の単結晶材料からなるリボンを成長させる装置であつて、

a. 前記融体材料の容器と、

b. 少なくとも2つの互いに隔置された要素をもつ前記容器内に収容された成形ダイとからなり、

前記各要素は容器内の前記融体のレベルより下方に位置する第1の部分と前記融体レベルの上方でかつ対応する前記要素の回りに盛上つた融体メニスカスを形成するのに少なくとも十分な高さに位置する第2の部分とを有し、また、前記各要素は前記シードリボンを前記各要素間に配置して前記融体と接触できるような間隔を与えるのに十分な距離を置いて互いに隔置されていることを特徴とする単結晶リボン製造装置。

(3) .

グルマニウム、金属間化合物、サファイヤ、ガネキット等のごとき材料からなる融体(メルト)から単結晶リボンまたはウエーブを引上げる方法と装置に関するものである。

ケイ素のごとき適当な材料の単結晶リボンの成長は、デンドリティック・ウェーブ(Dendritic Web)法、ステバノフ(Stepanov)法およびエッジ・ディファインド・フィルム・フェッド・グロウス(Edge Defined Film Fed Growth : EFG)法といつた種々の方法によつて達成されている。デンドリティック・ウェーブ法は、過冷却された融体域中へ下方に成長する薄いデンドライトによりその両端が区切られておりかつリボン-融体界面によりその頂部が区切られている融体メニスカスからのケイ素シートの固化現象を伴なうものである。ステバノフ法は、融体と接触する非湿潤性ダイを使用するものであり、このダイがリボン成長のためのメニスカスを形づくる。EFG法においては、毛細管ダイの頂面で液体の薄い溶融域から結晶を成長させる。結晶が成長

(5)

7. 前記要素が円錐形状である特許請求の範囲第6項記載の装置。

8. 前記円錐形要素の先端が前記融体のレベルより上方に位置する特許請求の範囲第7項記載の装置。

9. 前記成形ダイの要素は隔置された各要素の垂直方向位置を調節しうるよう可動的に取付けられている特許請求の範囲第6項記載の装置。

10. 前記成形ダイの要素は隔置された各要素の垂直および水平両方向位置を調節しうるよう可動的に取付けられている特許請求の範囲第6項記載の装置。

11. 前記各要素は約1~5cmの距離を置いて互いに隔置されている特許請求の範囲第6項記載の装置。

3. 発明の詳細な説明

本発明は、適当な材料の単結晶リボンまたはウエーブを製造するための方法と装置に関するものである。さらに詳しくは本発明は、ケイ素、

(4)

するにつれて、ダイ内にあるチャネルを通してルンボ内の融体貯めから毛管作用によつて新たな液体が供給される。これらの方針についてのより詳しい検討については、米国特許第4,075,055号を参照のこと。

米国特許第4,000,030号には、単結晶材料を成長させるためのEFG法の代替方法が記載されている。この方法は融体の表面張力を利用し、融体表面上方に伸びる突起の回りに融体の盛上つたメニスカスを形成する。融体メニスカスは突起の断面形状に追随し、引上げられる結晶の形状を制御することができる。

上述した種々の方法は適正なる結晶構造を有するリボンの成長に従来から使用されているが、多くの欠点も有している。デンドリティック・ウェーブ法は一定の(111)結晶方位についてのみに限定され、デンドライトの拡散に起因して幅の制御が困難である。さらには、この方法の操作は正確な温度制御を必要とする。その他前記した方法は、原則としていかなる結晶面

(6)

方位も可能であるが、ダイによる融体の汚染やダイ頂部と固化前線との間の間隔すなわちメニスカス高が小さいことに起因して、かなり損傷された結晶構造を生ずる。

本発明の主要な目的は、融体から少なくとも1本の単結晶リボンまたはウエーブを成長させるための新規かつ改良された方法と装置を提供することである。

本発明のもう1つの目的は、融体から少なくとも1本の単結晶半導体リボンまたはウエーブを成長させるための新規かつ改良された方法と装置を提供することである。

本発明の他の目的は、実質的に汚染されていない単結晶半導体リボンまたはウエーブを融体から成長させるための新規かつ改良された方法と装置を提供することである。

本発明のさらに他の目的は、その幅が約1～5cmの単結晶リボンまたはウエーブを融体から成長させるための新規かつ改良された方法と装置を提供することである。

(7)

するに少なくとも十分な高さを備えている。各要素間の距離は、シードリボンを配置できる程度の間隔を与えるのに十分なものとする。これらの要素は、リボンの成長開始点となるメニスカスのための基境界を与えるので、各要素間の距離は、成長させるリボンの幅を決定する。第1図および第2図に示したように、シードリボンは融体レベルと接触するに先立つてメニスカスと接触し、その厚さより大きい幅をもつている。

本発明装置の好ましい実施例においては、各要素は円錐形とし、各円錐形要素の先端は融体のレベルより上方に位置せしめる。

本発明装置のさらに好ましい実施例においては、隔離された要素は移動できるように容器内に脚付けて、リボンの成長の幅を変えかつ融体内の各要素の高さを最適に調節できるようにする。

本発明の別な観点である本発明の方法は、容器内の潤滑可能な成形ダイの全表面の周囲に材

本発明のさらに他の目的は、同一の融体から少なくとも2本の単結晶リボンまたはウエーブを同時に成長させるための新規かつ改良された方法と装置を提供することである。

本発明のさらに他の目的は、ケイ素、ゲルマニウム、金属間化合物、サファイヤ、ガーネット等の単結晶リボンまたはウエーブを融体から成長させるための新規かつ改良された方法と装置を提供することである。

本発明のその他の目的および新規な特徴は以下の説明から明らかとなろう。

上述した目的を達成するために、本発明の装置は、融体容器と、互いに隔離されかつ融体材料により潤滑されうる少なくとも2つの要素を有する成形ダイとから構成されている。これらの要素は、各要素の第1の部分が融体レベルの下方に位置し、第2の部分が融体レベルの上方に位置するように、容器内に置かれている。融体レベルの上方に位置する各部分は、対応する要素の回りに融体の盛上つたメニスカスを形成

(8)

料の融体を形成せしめる工程を有する。この成形ダイは、互いに隔離された少なくとも2個の要素を備え、各要素は、容器内の融体レベルより下方に位置する1つの部分と、融体レベルの上方でかつ対応する要素の回りに融体の盛上つたメニスカスを形成するのに少なくとも十分な高さに位置するもう1つの部分とを有している。各要素間の距離は、少なくとも1つのシードリボンを配置できる程度の間隔を与えるのに十分なものとする。好ましくは、各要素間の距離は1～5cmとする。シードリボンを隔離された要素の間に置き、一端が融体表面と接するまで降下させる。このシードリボンを融体に対して実質的に垂直な方向に徐々に引上げていくと、融体材料の単結晶リボンが生成する。成長したリボンは、成形ダイの隔離された要素間の距離により決められる幅を有している。容器内の液体レベルは、レベル上方に位置する各要素の部分の高さが変化しないように慣用的方法で融体を補給することによつて、一定に維持される。

(9)

10

本発明方法の好ましい実施例においては、半導体材料から融体を生成せしめる工程を有している。

本発明方法のさらに好ましい実施例においては、ケイ素、ガーネット、金属間化合物、サファイア、ゲルマニウム等の材料からなる融体を生成せしめる工程を有している。最も好ましい融体はケイ素である。

本発明方法のもう1つの好ましい実施例においては、各要素は約1~5cmの間隔をもたせて融体内に互いに離して置かれる。

本発明の上述したような装置と方法は、前述した従来の結晶成長方法や装置と比較して、いくつかの特有の利点をもたらす。例えば、デンドリティック・ウェブ法と異なり、本発明の装置と方法は、(1)成長させるリボンの結晶方位は、いかなる方位でも可能である；(2)過冷却された融体の温度制御は厳密なものではない；(3)リボンにおいて双晶面を要求しない；(4)成長させるべきリボンに対して軽い制御と安定性を改善す

る。

第1図は、融体7を保持するための容器1を示し、この容器は底3と直立する側壁5を有している。容器底3から垂直に成形ダイヤ9が伸びており、この成形ダイヤ9は互いに離置されかつ

て

側壁5からも離置されている一組の要素15, 17を有している。要素15は、容器1内の融体7のレベル13のそれぞれ上方および下方に位置する部分15aおよび15bを有している。同様に、要素17は、容器1内の融体7のレベル13のそれぞれ上方および下方に位置する部分17aおよび17bを有している。融体レベル13の上下に位置する部分15a, 17aは、要素15, 17の周囲に融体7の一組の盛上がりたメニスカス19を形成するのに少なくとも十分な高さだけ、融体レベル13の上方に伸びている。要素15と17は、融体7と接触させるためにシードリボン11を配置できる程度の間隔を与えるのに少なくとも十分な距離だけ、互いに離置されている。図示した成形ダイヤ9は容器底3と一体となつて伸長しているが、容器底3とは別部材で構成し、容器1に適当に取付けて伸長させるようにしてもよいことは勿論である。さらに、成形ダイヤ9には要素15, 17と同様な要素をさらに1個以上追加的に設けて

もよく、この場合には、複数のシードリボン11を用いることによつて同時に複数の単結晶リボンまたはウェブの引上げが可能になる。例えば、互いに離置した3個の要素を用いれば、2個のシードリボンを使用することによつて同時に2本のウェブを引上げができる。あるいはまた、三角形の頂点に相当する位置に要素を配置すれば、3個のシードリボンを使用することによつて同時に3本のウェブを引上げができる。

成形ダイヤ9は、融体7により潤滑可能な材料ならばいかなる材料からでも作製することができる。融体は離置された要素15, 17の個部を表面張力により捲らし、凸状なわち盛上つたメニスカスをこれら離置された要素15, 17の回りに形成する。成形ダイヤ9は、成長させる単結晶リボンまたはウェブ材料に依存して、高密度グラファイト、炭化ケイ素、ダイヤモンド、シリジウムまたはモリブデンからつくることができる。

00

00

本発明の方法によれば、先ず単結晶リボンまたはウエーブとして引上げることができる材料を容器1に入れる。かような材料としては例えば、ケイ素、ゲルマニウム、ガーネット、サファイアなどが適している。この融体は慣用的な方法、例えは米国特許第4,000,030号に記載されている方法によつてつくることができる。融体のレベル13は、成形ダイ9の隣置された要素15および17のそれぞれ部分15aおよび17aよりも下方に位置するよう維持される。また、融体レベル13における融体7と成形ダイ9との間の表面張力が融体7を盛上げて、隣置された要素15および17のそれぞれ部分15aおよび17aの側部を潤らして各要素の回りに一組の盛上がつたメニスカス19を形成するよう、制御された高さに融体7を維持する。

次いで、隣置された要素10および17の間に与えられた間隔内の融体レベル13でシードリボン端部10を融体7と接触させるよう、

19

29の円錐形部21は、融体27のレベル31よりも上方および下方に位置するそれぞれ部分21aおよび21bを有している。同様に、成形ダイ29の円錐形部23は、融体27のレベル31よりも上方および下方に位置するそれぞれ部分23aおよび23bを有している。円錐形部21および23のそれぞれ部分21aおよび23aは、融体レベル31における融体27と成形ダイ29との間の表面張力が融体27を盛上げて、円錐形部21および23のそれぞれ部分21aおよび23aを潤らして要素21、23の回りに一組の盛上がつたメニスカス33を形成するよう、融体レベル31より上方の高さに維持される。第2図において成形ダイ29は、隣置された要素21、23を垂直方向および水平方向いずれにも移動しうるよう取付けられている。かような可動取付けによつて、成長するリボンの幅を調節できると同時に、融体27内の各要素21、23の高さを最適化することもできる。勿論、成形ダイ要素29をさ

シードリボン11を降下させる。シードリボン11を融体7に対して実質的に垂直な方向に引上げることによつて、融体レベル13との接触位置からシードリボン11を徐々に引上げる。この引上げ操作はいかなる慣用的機械によつても行なうことができる。引上げ機構の詳細については、米国特許第4,075,055号を参照されたい。融体7から引上げられる単結晶リボンまたはウエーブの幅は、要素17と15との間の距離によつて決められる。通常、これら要素は約1~5cmの距離をもたせて互いに隣置されている。

第2図は、別な成形の成形ダイを用いた第1図と同様な図面を示すものである。第2図においては、融体27を入れる容器20は底24と側壁22とを有している。円錐形部21、23を有する一組の成形ダイ要素29が融体27内に伸びている。成形ダイ要素29は、シードリボン26を配置できる程度の間隔を与えるに十分な距離だけ互いに隣置されている。成形ダイ

19

らに追加的に用い、複数のシードリボン26を使用することによつて、複数の単結晶ウエーブまたはリボンを同時に引上げることも可能である。

第3図は、第2図と同じ実施例の斜視図であり、各構成部分の参照番号は第2図と同じにした。従つて第3図についての詳細な説明は必要ないと思う。

特定の理論に根柢されるものではないが、本発明は、(1)融体内で要求される成形ダイの容積を低減させたこと、および(2)シードリボンまたはウエーブの中央域下方の成形ダイと融体との間の接触域を最小としたことによつて、従来技術における汚染および方位の問題を実質的に克服することができる。

上述した本発明の好ましい実施例についての記述は説明のためのものであつて、本発明はこれららの実施例に限定されるものではない。特許請求の範囲内で各種の変形や変更が可能であることは当業者にとって明らかであろう。

19

4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明の好ましい実施例を示す装置の断面図、第2図は本発明の別な好ましい実施例を示す装置の断面図、および第3図は第2図の斜視図である。

1, 20…融体容器、7, 27…融体、9, 29…成形ダイ、11, 25…シードリボン、13, 31…融体レベル、15, 17, 21, 23…成形ダイの要素、15a, 17a, 21a, 23a…融体レベル上方にある成形ダイ要素の部分、15b, 17b, 21b, 23b…融体レベル下方にある成形ダイ要素の部分、19, 33…メニスカス。

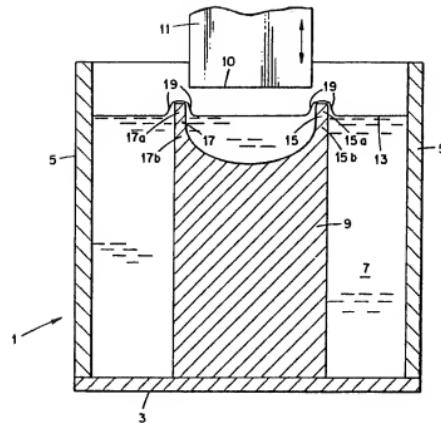


Fig. 1

特許出願人 アメリカ合衆国

代理人 尾股 一 行 雄

19

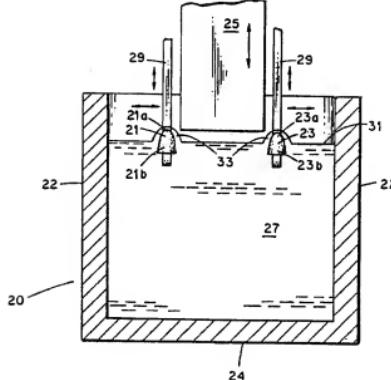


Fig. 2

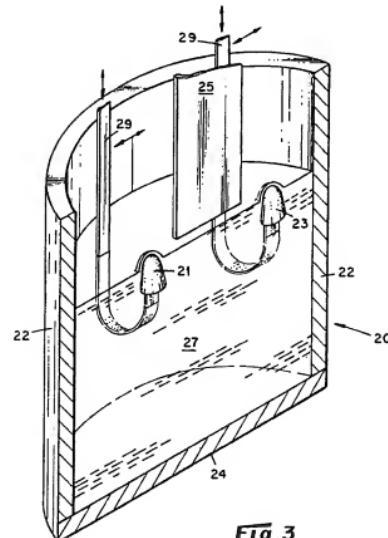


Fig. 3